

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-198716

(43)Date of publication of application : 31.07.1997

(51)Int.Cl.

G11B 7/24

(21)Application number : 08-007364

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 19.01.1996

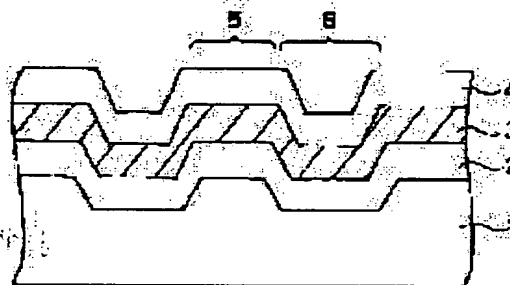
(72)Inventor : IIDA HARUHISA

## (54) OPTICAL DISK

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a crosstalk reducing effect based on a crosstalk free condition.

SOLUTION: A substrate 1 with guiding grooves having lands 5 and grooves 6 is prepared. A ground layer 2 consisting of SiN, a recording layer 3 consisting of TbFeCo and a protective layer 4 consisting of SiN are successively formed on the substrate 1. At this time, depth (d) of the groove at the time of forming the ground layer 2 is formed so as to satisfy a relation:  $\lambda/(6n) \leq d \leq \lambda/(5.3n)$ .  $\lambda$  denotes wave length of a light source for reproducing information and (n) denotes refractive index of the substrate 1. Thus, the crosstalk free condition is satisfied and an optical disk for land-groove recording having small adjacent signal crosstalk can be realized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Best Available Copy

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-198716

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 7/24

識別記号

5 6 1

庁内整理番号

8721-5D

F I

G 1 1 B 7/24

技術表示箇所

5 6 1 P

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-7364

(22) 出願日 平成8年(1996)1月19日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 飯田 晴久

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

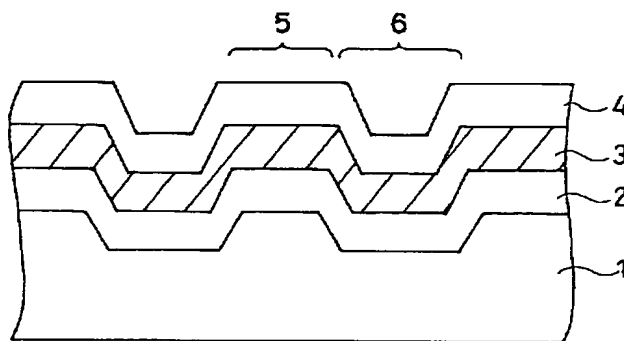
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 光ディスク

(57) 【要約】

【課題】 クロストークフリーの条件に基づくクロストーク低減効果を得る。

【解決手段】 ランド5とグループ6を有する案内溝付き基板1を用意する。そして、基板1上にSiNからなる下地層2、TbFeCoからなる記録層3、SiNからなる保護層4を順次成膜する。このとき、下地層2を形成したときのグループの深さdが $\lambda / (6n) \leq d \leq \lambda / (5.3n)$ の関係を満たすように作製する。 $\lambda$ は情報再生用光源の波長、 $n$ は基板1の屈折率である。これにより、クロストークフリーの条件を満たすことができ、隣接信号クロストークの小さなランドグループ記録用光ディスクを実現することができる。



Best Available Copy

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ランドとグループを有する案内溝付き基板の上に下地層と記録層が順次形成された、ランドとグループの両方に情報を蓄えることの可能な光ディスクであって、

前記基板上に下地層を形成したときのグループの深さ  $d$  が、情報再生用光源の波長を  $\lambda$ 、基板の屈折率を  $n$  とするとき、

$\lambda / (6n) \leq d \leq \lambda / (5.3n)$  の関係を満足することを特徴とする光ディスク。

【請求項2】 ランドとグループを有する案内溝付き基板の上に下地層と記録層が順次形成された、ランドとグループの両方に情報を蓄えることの可能な光ディスクであって、

前記基板上に下地層を形成したときのグループの深さ  $d$  が、情報再生用光源の波長を  $\lambda$ 、基板の屈折率を  $n$  とするとき、

$(m\lambda / 2n) + \lambda / (6n) \leq d \leq (m\lambda / 2n) + \lambda / (5.3n)$ 、あるいは  $(m\lambda / 2n) - \lambda /$

$(5.3n) \leq d \leq (m\lambda / 2n) - \lambda / (6n)$  の関係 ( $m$  は正の整数) を満足することを特徴とする光ディスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ランドとグループの両方を記録再生用トラックとする光ディスクに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 高密度データが蓄積でき高速に情報処理可能な光ディスクはオーディオや画像用途、さらにはコンピュータメモリーとして注目されている。読み出し専用のCDはオーディオ用やコンピュータ用として急速に普及している。また直径5.25インチや3.5インチ等の光ディスクは、1回のみ情報の書き込みが可能であるライトワンスタンプ及び情報の書換えが可能である光磁気タイプがISO規格により標準化されており、今後さらに広く普及するものと予想されている。また書換えが可能である光ディスクとして相変化タイプも市場に現れ始めている。

【0003】 これらの光ディスクには、記録再生装置のピックアップからのレーザースポットを情報に沿って導くための、すなわちトラッキングのためのガイドが凹又は凸の溝の形でディスクの内周から外周へ向けてスパイラル状に形成されている。この溝のことを案内溝と呼ぶ。案内溝について詳しく説明するならば、ISO規格において定義されているようにピックアップから見た場合に凹になる部分つまり遠方になる部分はランドと呼ばれ、凸になる部分つまり近くになる部分はグループと呼ばれる。ランドの中心から隣りのランドの中心までをトラックピッチと呼んでいる。

【0004】 記録再生装置は、この案内溝によりトラッキングを行いランドあるいはグループのどちらか一方に情報を記録する。光ディスクはこのような案内溝が形成された基板上に記録膜を形成することにより作製されるが、記録膜を酸化などから保護する目的で記録膜の上下には誘電体膜による保護膜を形成することが多い。現在、市場に出ている光ディスクでは、基板表面のグループの上部における幅を  $W_{top}$  とし基板表面のグループの底部における幅を  $W_{bottom}$  とすると、グループ幅  $W$  は  $W = (W_{top} + W_{bottom}) / 2$  で定義する。また、基板表面のグループの底部よりグループの上部までの高さをグループ深さと呼ぶ。

【0005】 このような光ディスクにおいてはその容量をさらに増加させるためにトラックピッチを狭くすることが研究されている。しかし、波長780～830nmの半導体レーザーを搭載した従来のピックアップでは、トラックピッチを1.4μmより小さくすると隣接したトラックに書き込まれた情報の影響(クロストーク)が極端に大きくなること等の問題が生じる。この問題解決のために波長670～690nmの半導体レーザーが開発され始めたが、未だレーザー光の形状や出力等が不十分な状況にある。

【0006】 そこで、光ディスク狭トラックピッチ化の他の手法としてランドグループ記録方式が提案されている。これは従来ランド又はグループの片方にデータを記録していたのをランドとグループの両方に記録し、トラックピッチを疑似的に半分にしてデータ容量を2倍にする方式である。この方式の場合、ランドに書き込まれたデータとグループに書き込まれたデータとも高C/N比で読み取るためにランド幅とグループ幅をほぼ等しくすることもある。つまりトラックピッチ1.4μmの場合ではランド幅＝グループ幅＝0.7μmである。

【0007】 ランドグループ記録方式は、グループ深さを適当に選択することで隣接トラックよりの信号の漏れ、つまりクロストークを極小(以下、クロストークフリーと呼ぶ)にできる方式であり、高データ密度化に非常に有効である。クロストークフリーとなるグループ深さについて最初に記載された文献は特開昭57-138065号公報である。この文献には、再生レーザ光の波長を  $\lambda$ 、光ディスク基板の屈折率を  $n$  としたとき、グループ深さを  $\lambda / (6n)$  程度とすれば、クロストークが小さくなることが記載されている。

【0008】 次に、解析的に導出した正確なクロストークフリーの条件について説明する。ここでは、ランドとグループの幅が等しいランドグループ記録用光ディスクについて考える。今、任意の1本のランドにデータを記録して再生したとき(このランドに隣接したグループには何も記録しないとする)、ピックアップに返ってくる信号の強度を  $A$  とする。そして、グループのみにデータを記録して、何も記録していない隣接ランドを再生した

3

とき、ピックアップに返ってくる信号（隣接グループよりのクロストーク信号）の強度を $a$ とする。

【0009】これにより、任意の1本のランドとその隣

$$IL = |A + a \times \exp(i \times 4 \times \pi \times n \times dg / \lambda)|^2 \\ = A^2 + a^2 + 2 \times A \times a \times \cos(4 \times \pi \times n \times dg / \lambda) \quad \dots (1)$$

ここで、 $dg$  はグループの深さ、 $n$  は光ディスク基板の屈折率、 $\lambda$  は再生レーザ光の波長、 $i$  は虚数単位である。クロストークフリーとなるためには、クロストーク

$$a^2 + 2 \times A \times a \times \cos(4 \times \pi \times n \times dg / \lambda) = 0 \quad \dots (2)$$

【0010】前述のようにランドとグループの幅が等しいとしているので、以上とは逆に、任意の1本のグループにデータを記録して再生したとき（このグループに隣接したランドには何も記録しないとすると）、ピックアップに返ってくる信号の強度は $A$ となる。そして、ランドのみにデータを記録して、何も記録していない隣接グループを再生したとき、ピックアップに返ってくる信号（隣接ランドよりのクロストーク信号）の強度は $a$ とな

$$IG = |A + a \times \exp(-i \times 4 \times \pi \times n \times dg / \lambda)|^2 \\ = A^2 + a^2 + 2 \times A \times a \times \cos(-4 \times \pi \times n \times dg / \lambda) \quad \dots (3)$$

【0012】クロストークフリーとなるためには、クロストーク信号 $a$ の影響がなくなればよく、 $IG = A^2$ となればよい。したがって、上記と同様に式(2)が成立すればよいことが分かる。以上のようにグループの深さ $dg$ を式(2)が成り立つ値、あるいはそれに近い値に設定することで、ランドグループ記録方式において信号クロストークを極小にすることができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、式(2)を満たす溝形状の基板を用意して、この基板上にスパッタリングにより下地層として $SiN$ 膜、記録層として $TbFeCo$ 膜、保護層として $SiN$ 膜を順次製膜して光磁気ディスクを作製し、信号クロストークを調べたところ、信号クロストークの低減が実現していないことが判明した。以上のように、従来の光ディスクでは、解析的に求めたクロストークフリーの条件と実際の結果とが一致せず、信号クロストークが小さくならないという問題点があった。本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、クロストークフリーの条件に基づくクロストーク低減効果が得られるランドグループ記録用の光ディスクを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の光ディスクは、案内溝付き基板上に下地層を形成したときのグループの深さ $d$ が、情報再生用光源の波長を $\lambda$ 、基板の屈折率を $n$ とすると、 $\lambda / (6n) \leq d \leq \lambda / (5.3n)$ 、 $(m\lambda / 2n) + \lambda / (6n) \leq d \leq (m\lambda / 2n) + \lambda / (5.3n)$ 、あるいは $(m\lambda / 2n) - \lambda / (5.3n) \leq d \leq (m\lambda / 2n) - \lambda / (6n)$ の関係（ $m$ は正の整数）の何れかを満足するようにしたものである。これにより、再生光が入射する基板側の記録層

4

接グループにデータを記録して、ランドを再生したときピックアップに返ってくる信号の強度 $IL$ は次式となる。

信号 $a$ の影響がなくなればよく、 $IL = A^2$ となればよい。したがって、式(1)よりクロストークフリーの条件として次式が得られる。

【0011】これにより、任意の1本のグループとその隣接ランドにデータを記録して、グループを再生したときピックアップに返ってくる信号の強度 $IG$ は、グループ深さを $-dg$ と考えることができるので（つまり、グループの上端-下端をグループ深さとしている式(1)に対し、下端-上端をグループ深さとする）、次式となる。

20 表面上において上式が成り立つことになり、上述したクロストークフリーの条件（式(2)）を満たすことができる。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施の形態を示す光ディスクの断面図である。1は図示しない光ピックアップ側（図1下側）から見て凹となるランド5、凸となるグループ6を有する案内溝付き基板、2は基板1上に形成された $SiN$ からなる下地層、3は下地層2上に形成された $TbFeCo$ からなる記録層、4は記録層3上に形成された $SiN$ からなる保護層である。

【0016】次に、このような光ディスクの製造方法を説明するが、本実施の形態では光磁気ディスクの例で説明する。まず、この光ディスクの原盤（スタンパ）とガラス基板を用意する。そして、スタンパと基板間に紫外線硬化性樹脂を注入して紫外線で樹脂を硬化させる2P法により、ランド5とグループ6を有する樹脂がガラス基板上に形成された直径130mmの案内溝付き基板1を作製する。

【0017】このとき、図2に示す基板1において、ランド5の幅 $Wls$ は $0.72 \mu m$ 、グループ6の幅 $Wgs$ は $0.88 \mu m$ 、グループ6の深さ $dgs$ は $74 nm$ である。なお、スタンパを用いて射出成形を行うことにより、同寸法のプラスチック製の案内溝付き基板1を作製してもよい。

【0018】続いて、 $Si$ ターゲットを用いた反応性スパッタリングにより、案内溝付き基板1の上に厚さ $62 nm$ の $SiN$ （誘電体）からなる下地層2を成膜した。ただし、この膜厚は、同じ製膜装置であらかじめ基板の製膜位置にスライドガラスを置いて製膜して求めた製膜速度から計算したものである。この下地層2の形成後

## 5

に、ランド5、グループ6の形状を測定したところ、ランド5の幅 $W_1$ が $0.80\mu\text{m}$ 、グループ6の幅 $W_g$ が $0.80\mu\text{m}$ 、グループ6の深さ $d$ が $79\text{nm}$ であった。

【0019】さらに、この下地層2上に厚さ $70\text{nm}$ の $\text{Tb}_{23}\text{Fe}_{71}\text{Co}_6$ からなる記録層3、厚さ $70\text{nm}$ の $\text{SiN}$ からなる保護層4を順次成膜することにより、光ディスクの作製が完了する。ここでも各層の膜厚は、あらかじめ基板の位置にスライドガラスを置いて製膜して

$$\lambda/(6n) \leq d \leq \lambda/(5.3n)$$

あるいは、式(4)と光学的に同等な干渉条件となる下記の2式の何れかを満たす範囲でもよい。

$$(m\lambda/2n) + \lambda/(6n) \leq d \leq (m\lambda/2n) + \lambda/(5.3n)$$

・・・(5)

$$(m\lambda/2n) - \lambda/(5.3n) \leq d \leq (m\lambda/2n) - \lambda/(6n)$$

・・・(6)

式(4)～(6)において、 $\lambda$ は情報再生用光源の波長、 $n$ は案内溝付き基板の屈折率、 $m$ は正の整数である。

【0022】これにより、式(4)、式(5)あるいは式(6)を満たすように光ディスクを作製すれば、ランドグループ記録方式において信号クロストークを極小にすることができる。そこで、式(4)を満たす溝形状の案内溝付き基板を用いて、本実施の形態と同様に光ディスクを作製したところ、信号クロストークを低減することができなかった。この光ディスクで信号クロストークが理論から予想されるように小さくならなかったのは、下地層の製膜後にグループ深さが基板自体のグループ深さより深くなっていたことによる。

【0023】これは、下地層が形成される基板表面において、ランドに比べて凹んでいるグループがランドに遮られる効果により、グループにおける膜の形成速度が遅くなり、グループに形成される下地層の膜厚がランドに比べて薄くなるためである。これにより、再生光が入射する基板側の記録層表面において式(4)が成り立たなくなる。したがって、信号クロストークを極小にするためには、下地層を形成したときのグループ深さが式

(4)を満たすようにすることが好ましい。

【0024】すなわち、例えば再生用光源波長 $\lambda$ が $680\text{nm}$ で、案内溝付き基板1の屈折率が1.5であるとき、式(4)から与えられるグループ深さ $d_g$ は $75.5 \sim 82.4\text{nm}$ となり、本実施の形態の光ディスクにおいて下地層2を形成したときのグループ6の深さ $d$ は $79\text{nm}$ なので、式(4)を満たすことが分かる。こうして、本実施の形態の光ディスクでは、信号クロストークを極小にすることができる。

【0025】なお、信号クロストークが低減できなかった上記の光ディスクでは、下地層を形成したときのグループの幅が基板自体のグループの幅より狭くなっており、ランドとグループの幅が異なっている。これは、グ

## 6

求めた製膜速度から計算した。こうして作製した光ディスクでは、下地層2を形成したときのグループ6の深さ $d$ が後述する所定の関係を満たすように設定されているが、次にその理由について説明する。

【0020】前述の式(2)を満たすグループの深さ $d_g$ は、トラックピッチや記録マーク幅などによっても多少変化するが、計算によるシミュレーションによれば、次式が成立する範囲となる。

・・・(4)

【0021】

ループの壁面にも製膜の回り込み効果により下地層が製膜されたためである。

【0026】ランドグループ記録の場合、ランドとグループの幅が等しい方が信号のキャリアレベルをランドとグループではほぼ同じにできるので望ましい。したがって、下地層形成後のランドとグループの幅については $\pm 10\%$ 程度以内の差となっていることが望ましい。これにより、本実施の形態の光ディスクでは、下地層2を形成したときのランド5の幅 $W_1$ が $0.80\mu\text{m}$ 、グループ6の幅 $W_g$ が $0.80\mu\text{m}$ となるようにしている。

【0027】なお、下地層2の製膜によりグループ6の形状がどの程度変化するかは下地層2の膜厚、製膜方法、製膜装置、製膜条件によって異なるので、基板1のグループ形状を決定するにはあらかじめ製膜の実験を行って製膜によるグループ幅、グループ深さの変化量を見積もっておくことが必要である。

【0028】次に、1つの光ピックアップを搭載した記録再生装置により、本実施の形態の光ディスクのランド及びグループにマーク(情報)を記録して、信号クロストークを測定した。この光ピックアップは、レーザービームの偏光状態が直線偏光で、その方向がグループに対し平行となる方向であり、波長 $\lambda$ が $680\text{nm}$ 、対物レンズの開口数(NA)が0.55、ケラレ係数 $D/W$ が0.8である。

【0029】ここで、クロストークの定義を説明する。いま、ランド1本にのみマークを記録したとする。そのランドをトラッキングした際に、記録されたマークから生じる信号成分、すなわちキャリアレベルを $\text{CLM} [d\text{Bm}]$ とする。次に、そのランドと隣接したグループ(信号は何も書き込まれていない)をトラッキングした際に、隣接ランドに記録されたマークより漏れ込む信号成分、すなわちキャリアレベルを $\text{CGO} [d\text{Bm}]$ とすれば、グループを再生する際のクロストーク $\text{CTG}$ は次式で表される。

7

$$CTG = CG0 - CLM [dB]$$

【0030】同様に、いまグループ1本にのみマークを記録したとする。そのグループをトラッキングした際に、記録されたマークから生じる信号成分、すなわちキャリアレベルをCGM [dBm] とする。次に、そのグループと隣接したランド（信号は何も書き込まれていな

$$CTL = CL0 - CGM [dB]$$

【0031】本実施の形態の光ディスクに対し、まずランド1本にマーク長 $2\mu m$ 、マークピッチ $4\mu m$ のマークを記録した後、このランドをトラッキングしてランドに記録されたマークを再生し、スペクトラムアナライザでキャリアレベルCLMを測定した。続いて、隣のグループをトラッキングして再生し、同様にキャリアレベルCG0を測定して、クロストークCTGを求めた。

【0032】次に、ランドのマークを消去して、グループ1本にマーク長 $2\mu m$ 、マークピッチ $4\mu m$ のマークを記録した後、グループをトラッキングしてグループに記録されたマークを再生し、スペクトラムアナライザでキャリアレベルCGMを測定した。続いて、隣のランドをトラッキングして再生し、同様にキャリアレベルCL0を測定して、クロストークCTLを求めた。その結果、グループを再生する際のクロストークCTGが $-56.3dB$ 、ランドを再生する際のクロストークCTLが $-54.1dB$ となった。

【0033】これに対し、式(4)をほぼ満たす形状であるランド幅 $0.80\mu m$ 、グループ幅 $0.80\mu m$ 、グループ深さ $80nm$ 、直径 $130mm$ の案内溝付き基板を用いて、上記と同様に光ディスクを作製した。下地層の形成後に、ランド、グループの形状を測定したところ、ランド幅が $0.88\mu m$ 、グループ幅が $0.72\mu m$ 、グループ深さが $86nm$ であった。よって、この光ディスクは、式(4)を満たさない。

【0034】この光ディスクの信号クロストークを上記と同様に求めたところ、グループを再生する際のクロストークCTGが $-45.3dB$ 、ランドを再生する際のクロストークCTLが $-41.2$ となり、本実施の形態の光ディスクと比較すると、隣接トラッククロストークが大きくなっていた。

【0035】なお、上述した式(2)は記録マークが強度のみの変調マークである理想的な光ディスクの場合に成り立つ。実際の光ディスクで記録マークが位相変調成分を持つ場合には（例えば、光磁気ディスクでは強度変調成分はカー回転角により、位相変調成分はカー楕円率による）、信号を実数ではなく複素数として扱う必要があ

8

... (7)

い) をトラッキングした際に、隣接グループに記録されたマークより漏れ込む信号成分、すなわちキャリアレベルをCL0 [dBm] とすれば、ランドを再生する際のクロストークCTLは次式で表される。

... (8)

り、式(2)は厳密には成り立たない。

【0036】しかし、位相変調成分があまり大きくなければ（望ましくは、カー楕円率が $\pm 0.1^\circ$ 以下）、上記の取扱いで十分であり、下地層2を形成したときのグループ深さdが式(4)、式(5)あるいは式(6)を満たすように選べば、本実施の形態で説明した光磁気ディスクのようにクロストークを小さくする効果を十分に得ることができる。また、位相変調成分がほとんどない光ディスクとして、情報として記録された記録膜の相変化を反射光の強度変化として読み出す相変化光ディスクがある。よって、この相変化光ディスクにも本発明を適用することができる。

【0037】また、本実施の形態では、SiNからなる単層の下地層2を基板1上に形成しているが、再生光が入射する基板1側の記録層表面において式(4)～

(6)が成立すればよいので、下地層2は組成の異なる複数層であってもよい。

【0038】

【発明の効果】本発明によれば、案内溝付き基板上に下地層を形成したときのグループの深さdを、 $\lambda / (6n) \leq d \leq \lambda / (5.3n)$ 、 $(m\lambda / 2n) + \lambda / (6n) \leq d \leq (m\lambda / 2n) + \lambda / (5.3n)$ 、あるいは $(m\lambda / 2n) - \lambda / (5.3n) \leq d \leq (m\lambda / 2n) - \lambda / (6n)$ の関係を満たすようにすることにより、クロストークフリーの条件を満たすことができるので、隣接信号クロストークの小さなランドグループ記録用光ディスクを実現することができ、それによってより高密度に情報の記録が可能な光ディスクを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

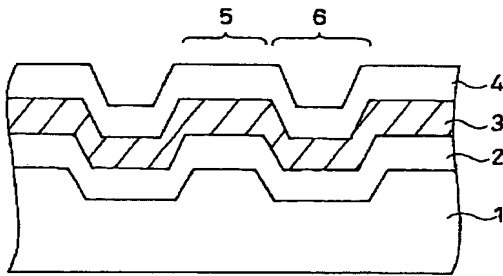
【図1】 本発明の第1の実施の形態を示す光ディスクの断面図である。

【図2】 案内溝付き基板の溝形状と下地層の溝形状の関係を示す断面図である。

【符号の説明】

1…案内溝付き基板、2…下地層、3…記録層、4…保護層、5…ランド、6…グループ。

【図 1】



【図 2】

